

Раздел III. Информационные технологии в управлении

УДК 681.3.06

С.Л. Беляков, И.Н. Розенберг

ИНТЕЛЛЕКТУАЛИЗАЦИЯ ГИС И КАРТОГРАФИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

Рассматриваются особенности процесса решения задач с помощью ГИС и средства его поддержки. Как возможное направление интеллектуализации, определяется решение задачи построения рабочей области прикладной задачи.

Геоинформационные системы, цифровые карты, компьютерные сети.

S.L. Belyakov, I.N. Rozenberg

INTELLECTUAL GIS AND THE CARTOGRAPHICAL ANALYSIS

Features of process of the decision of problems by means of GIS and means of its support are considered. As the possible direction of intellectualization, is defined the decision of a problem of construction of working area of an applied problem.

Geographic information system, digital maps, computer network.

Геоинформационные системы (ГИС) возникли как одно из средств манипулирования пространственно-временными данными. Отличительной особенностью ГИС является наличие картографической основы – цифровых карт, планов и схем, графические объекты которых связаны ссылками с элементами данных внешних информационных источников. Таковыми могут быть пространственные данные других ГИС, непространственные данные серверов баз данных, базы знаний, тексты и гипертексты, звуковые и видеофайлы, анимация, фотореалистичные изображения и любые структурированные документы. Возможность получить картографическое изображение со ссылками предопределило популярность ГИС в областях человеческой деятельности, использующих картографические материалы. Таких областей на сегодняшний день очень много. Разнообразие применений привело к появлению разномасштабных ГИС – от GPS-навигаторов в мобильных телефонах, картографических Internet-сервисов порталов Google и Yandex до муниципальных ГИС крупных городов и предприятий.

Решение практических задач с помощью географических карт относится к одному из старейших родов интеллектуальной деятельности. Путем анализа и комбинирования набора разнородных и разномасштабных карт и планов аналитик синтезирует новые знания, гипотезы и решения. Изучение картографических материалов порождает особые мысленные образы, стимулируя естественное для человека образное мышление [1]. Вряд ли существует более совершенный способ описания пространственно-временных связей, объектов, событий или явлений, чем в виде различного рода схем и чертежей. Достоинства визуального представления графических материалов усиливаются средствами современной компьютерной графики. Динамическое масштабирование, панорамирование, построение плоских видов и пространственных сцен, облет поверхностей и специализированная анимация – подобные инструменты создают мощную среду для интеллектуальной

деятельности ГИС-аналитиков. Накопление и порождение знаний с помощью ГИС становится следующим шагом на пути их развития.

Считается, что ГИС ведут свое происхождение от земельных кадастровых систем [2]. Существовая первоначально как специализированные информационные системы, ГИС распространились за рамки землепользования и претерпели существенные архитектурные изменения на уровне программных средств. Графические редакторы и СУБД с позиций программного конструирования являются оболочками над данными [3]. Оболочка графического редактора дает пользователю инструменты графического редактирования и визуализации объектов растровой, векторной либо гибридной графики. Оболочка СУБД позволяет прикладным программам обращаться к данным посредством SQL-запросов, создавая иллюзию их упорядочения в виде таблиц. Файловая структура для хранения данных полностью скрыта. Концепция оболочки дает возможность бороться с растущей сложностью программных систем [4].

В сложные объектно-ориентированные программные комплексы ГИС, например, ArcInfo, InterGraph, AutoCad Map входят средства разработки прикладных программных оболочек. Назначением прикладных оболочек является скрытие деталей реализации процедур отбора картографических данных и их визуализации. Тем самым в новую оболочку полностью или частично заключаются оболочки СУБД и системы визуализации. Таким образом, как прием конструирования, концепция программной оболочки поддерживает эволюцию программной системы.

Развитие ГИС в направлении интеллектуализации их функций относят к одному из наиболее важных [6]. Следуя [7], под интеллектуализацией будем понимать воспроизведение разумного поведения, закономерности которого изучаются на построении и наблюдении артефактов. Практически наделение ГИС интеллектуальным инструментарием важно в силу того, что картографическая среда изобилует НЕ-факторами [9], не позволяющими формально корректно находить оптимальные решения прикладных задач. Объективно наличие НЕ-факторов определяется следующим:

- при всей математической строгости описания картографических проекций конечный результат – карта – неизбежно претерпевает процесс генерализации [9]. Обобщения, выделение существенного сопровождается утрированием – немасштабным искажением отдельных элементов карты [1]. Кроме того, технология производства карт предполагает использование разнородных источников информации различной достоверности, полноты и точности при разработке новых карт [9]. Локальные искажения здесь неизбежны;

- любая карта – образно-знаковая модель реального мира. Поскольку мир изменяется, всякая карта отображает его состояние в фиксированный момент времени. Насколько отличен объект от его модели в момент анализа карты определить формально практически невозможно;

- результат решения любой прикладной задачи зависит от подбора исходного картографического материала. Качество рабочей области, формируемой из обширных информационных ресурсов ГИС, играет определяющее значение. Оказывается, что не существует однозначного пути построения рабочей области как для отдельно взятой задачи, так и совокупности прикладных задач. В рамках картографического анализа данная задача не формализуется [10].

Стремление интеллектуализировать функции ГИС приводит к необходимости построения новой программной оболочки – интеллектуальной. Пользователям и программам она должна предоставлять сервисные функции, имитирующие разумное поведение в условиях неопределенности, присущей картографической ос-

нове. Базой интеллектуальной оболочки должны стать «сильные» методы решения сложных проблем [7], предполагающие накопление и использование знаний.

Визуальный поиск и анализ сведений на картографическом изображении – привычный и очевидный для человека способ получения информации из карт, планов или схем. Электронные карты и их атрибутивные базы данных сохранили суть способа получения информации, но потребовали принципиально иного инструментария поиска и анализа. Еще больший шаг вперед сделан за счет привлечения сетевых технологий. Через географическую карту пользователь получает доступ к обширным информационным ресурсам сети. В данном разделе анализируются особенности работы пользователя в картографической информационной среде. Выявление особенностей позволяет строить адекватную интеллектуальную поддержку анализа картографических материалов.

Как показывает анализ, решение прикладных задач с помощью ГИС осуществляется по одному из следующих сценариев:

- в ГИС уже отображены необходимые карты, схемы, планы, источники атрибутивных данных и ссылки на внешние информационные ресурсы. Пользователь с помощью программных инструментов получает или числовые данные, или таблицы разнотипных данных, или новую карту, построенную из исходной. По такому сценарию решается, например, задача нахождения пути из одного пункта в другой на карте города. Указав адреса или положение пунктов, можно получить графическое изображение маршрута на карте и при необходимости информацию о протяженности пути, голосовые предупреждения о перекрестках (при использовании ГИС в бортовых компьютерах), размещение автозаправочных станций, кафе, магазинов и т.д. Характерная особенность данного сценария – использование заранее подготовленных результатов (как информационных ресурсов, так и сервисных функций их использования) и простейший пользовательский программный инструментарий;
- информационные ресурсы ГИС, необходимые пользователю для решения задачи, подготовлены, однако результат строится вне рамок ГИС. В задаче маршрутизации это соответствует ситуации, когда учитываются параметры внешней среды – загруженность отдельных участков дороги, наличие автомобильных пробок, аварий, ремонта. ГИС вырабатывает только рекомендуемые направления движения, окончательное решение остается за пользователем. Анализируя по карте схемы движения, пути объезда, варианты парковки, особенности прилегающей территории, он выбирает наиболее рациональный, с его точки зрения, вариант перемещения. При таком сценарии имеет место поисковый процесс загрузки разномасштабных карт, обращение к внешним источникам информации и изучение сформированных картографических изображений;
- исходные ресурсы ГИС для получения решения пользователем не подготовлены ввиду отсутствия сведений о решаемой задаче. Например, ставится задача транспортировки партии товара. Нахождение кратчайшего пути между пунктами отправки и получения – всего лишь одна из подзадач (далеко не самая важная), которую следует решать при разработке проекта транспортировки. Разработчика могут интересовать самые разнородные данные о пространственной области: расположение транспортных магистралей различных типов (авто, железнодорожных, авиамаршрутов), пунктов промежуточного хранения грузов, размещение поставщиков транспортных услуг и средств, климатические карты и прогноз погоды на ближайшую неделю, статистика дорожно-транспортных происшествий, ландшафт территории, профиль отдельных участков дороги, размещение водоёмов и многое другое. Рассматриваемый сценарий использования ГИС предполагает активный диалог с системой с целью нахождения полезных сведений пространственно-

временного характера. В процессе диалога могут строиться карты, схемы и планы «рабочего» характера: их содержание является исходным для конкретизации и уточнения дальнейших подзадач, интерпретации промежуточных результатов.

Перечисленные сценарии имеют общую черту: решение задач с помощью ГИС требует либо предварительного, либо оперативного построения рабочей области – отбора фрагментов карт, планов, схем и подмножества внешних ресурсов, составляющих лишь часть общей информационной базы ГИС. Роль отбора высока – недостоверные, неточные и неполные сведения порождают риск возникновения ущерба при реализации сформулированных решений. Процесс отбора трудноформализуем, носит исследовательский характер. Эта особенность известна и выделена в рамках картографического метода исследования. Основными этапами картографического исследования являются [9]:

- постановка задачи. Приведенные выше примеры показывают, что сложные проблемы выделяют постановку задачи картографического анализа как самостоятельную цель, причем достаточно нечеткую. Обращает на себя внимание то, что на этапе постановки задачи ГИС-аналитики просматривают карты области исследования, комбинируют слои, виды и ракурсы;

- отбор источников картографической информации. Технология хранения картографических материалов в современных ГИС такова, что позволяет легко получить чрезвычайно много информации. Интеграция различных форматов картографических данных в одном источнике, интуитивный диалоговый интерфейс, скоростные средства коммуникаций дают, на первый взгляд, мощное средство автоматизации поиска и отбора карт, выделения рабочей области из общего информационного пространства. Однако на практике подобный процесс скорее напоминает «попытку напиться из пожарного шланга» [10]. Следует полагать, что поисковый характер процесса отбора нужной информации – его принципиальная особенность. По мере роста информационной базы задача отбора будет только усложняться;

- создание производных карт. Данный этап должен завершиться построением совокупности карт, на основе которых формируется решение прикладной задачи. В проекте транспортировки груза могут присутствовать карты, различающиеся не только упомянутой выше тематической направленностью, но и масштабом – степенью детализации пространственных областей от плана контейнерной площадки до среднemasштабной карты региона. Построение набора производных карт в среде ГИС представляет интерес с точки зрения повторного использования как конечного результата, так и процедуры его получения. Как показывает практика, опыт создания и содержание существующих проектов используется для построения новых. ГИС в этом случае может стать средством накопления знаний;

- интерпретация результатов. На этом этапе ГИС-аналитик визуально исследует картографические изображения, синтезированные на предыдущем этапе, применяет к ним картометрические, морфометрические, вероятностно-статистические и аналитические математические процедуры. Необходимо отметить, что сложные прикладные задачи в значительной степени решаются в процессе визуального анализа. Наибольший эффект картографического представления состоит именно в порождении у пользователя карты картографических образов [1], стимулирующих мыслительную деятельность. Именно таким путем достигается доступ к богатому содержанию географической карты.

Можно видеть, что все перечисленные этапы картографического анализа присутствуют при решении сложных прикладных задач в среде ГИС, а процедура формирования рабочей области является типовой. Таким образом, создание программных инструментов, позволяющих более эффективно решать задачу конст-

руирования рабочей области, можно рассматривать как одно из магистральных направлений интеллектуализации ГИС.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Берлянт А.М. Образ пространства: карта и информация. – М.: Мысль, 1986.
2. Майкл де Мерс. Географические информационные системы. Основы: Пер. с англ. – М.: Дата+, 1999.
3. Влссидес Д. Применение шаблонов проектирования. Дополнительные штрихи. – М.: Вильямс, 2003.
4. Буч Г. Объектно-ориентированное проектирование с примерами применения. – Киев: Диалектика, 1992.
5. Матвеев С.И., Коугия В.А., Цветков В.Я. Геоинформационные системы и технологии на железнодорожном транспорте: Учебное пособие для вузов ж.-д. транспорта / Под ред. С.И. Матвеева. – М.: УМК МПС России, 2002.
6. Берлянт А.М. Геоинформационная среда и эволюция ее отображения // Геодезистъ. – 2001. – № 1. – С. 11–16.
7. Люггер Д.Ф. Искусственный интеллект: стратегии и методы решения сложных проблем: Пер. с англ. – 4-е изд. – М.: Вильямс, 2005.
8. Нариньяни А.С. НЕ-факторы: неточность и недоопределенность – различие и взаимосвязь // Изв. РАН «Теория и системы управления». – 2000. – № 5. – С. 17–25.
9. Салищев К.А. Проектирование и составление карт. – 2-е изд. – М.: Изд-во МГУ, 1987.
10. Берлянт А.М. Картографический метод исследования. – М.: Изд-во МГУ, 1988.
11. Берлянт А.М. Картография и телекоммуникация (аналитический обзор). – М.: Изд-во МГУ, 1998.

Беляков Станислав Леонидович

Технологический институт федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Южный федеральный университет» в г. Таганроге
E-mail: beliacov@yandex.ru
347928, г. Таганрог, пер. Некрасовский, 44, тел. 371-743
Профессор каф. ПИ.

Розенберг Игорь Наумович

Научно-исследовательский институт автоматизации и связи
E-mail: info@gismps.ru
109029, г. Москва, Нижегородская улица, 27, строение 1, тел.: 8(495)262-53-20
Начальник отдела.

Beliacov Stanislav Leonidovich

Taganrog Institute of Technology - Federal State-Owned Educational Establishment of Higher Vocational Education «Southern Federal University»
E-mail: beliacov@yandex.ru
44, Nekrasovskiy, Taganrog, 347928, Russia, phone 371-743
Professor.

Rozenberg Igor Naumovich

Automation and communication scientific research institute
E-mail: info@gismps.ru
structure 1, 27, Nijegorodskaja street, Moscow, 109029
Chef of department.